

# 小南山铜镍矿区及外围地质地球物理特征及其找矿方法试验研究<sup>[20]</sup>

陈 旺

(内蒙古有色地勘局综合普查队, 呼和浩特 010070)

**摘 要** 小南山铜镍矿区的地面磁法( $\Delta T$ )、可控源音频大地电磁法(CSAMT)、瞬变电磁法(TEM)、激发极化法(IP)和原生晕方法的试验研究,表明航磁及地面磁法对基性、超基性岩体的中弱磁性有较好的反映,能圈定其形态、产状;CSAMT法对基性、超基性岩体的低阻和矿化体及矿体的特低阻能进行电性分层,同时也能反映断裂构造带、蚀变矿化带的异常特征;TEM法对硫化物铜镍矿化体有敏感的导电反映;IP法能有效地圈定矿化蚀变带或矿化体形态;Cu、Ni、Co、As、Ag元素原生晕异常有直接指示找矿的良好效果。该区应用这些方法相互配合,综合找矿是行之有效的找矿手段。

**关键词** 铜镍硫化物矿床,基性超基性岩体,物探方法异常,原生晕,小南山,内蒙古

1959年内蒙古地质局204队发现小南山铜镍矿以来,继有内蒙古地质局103队、内蒙古有色局综合普查队、华东局814地质队和其它地质及科研部门进行了大量的找矿勘探和科研工作,使小南山成为中型含铂族元素硫化物铜镍矿床。并在其外周黄花岗、土脑包等地发现了同类含矿岩体。研究前人资料,结合该区地质找矿工作来探讨该区找矿前景。

## 1 区域成矿地质条件

小南山铜镍矿位于华北地台北缘狼山—白云鄂博台缘拗陷带白云鄂博褶皱断束中。高家天一乌拉特后旗—化德—赤峰<sup>42°</sup>线深大断裂带从其北侧通过,深大断裂带以北为温都尔庙—翁牛特旗加里东褶皱带及内蒙中部华力西晚期地槽褶皱带。

近EW向黄花岗—小南山构造复杂,侵入岩及火山岩大面积分布,从基性超基性岩到酸性岩均有出露。海西中晚期花岗岩、辉长岩、闪长岩极为发育,构成近EW向构造岩浆岩带,与航磁异常的分布相一致,控制着区内多金属矿产的产布。岩浆型铜镍硫化物矿床就产于辉长岩、辉长闪长岩、角闪石岩等基性超基性岩中,岩体受深大断裂及其旁侧次级大断裂控制,黄花岗、小南山、八楞以力更等超基性、基性岩体主要受NEE向黄花岗—小南山大断裂控制,含矿

岩体(矿体)则受更次级 NEE 向和 NW 向断裂控制。

根据查氏岩石化学图解及岩石化学计算小南山辉长岩体 M/F、C/A 分别为 1.8~2.5 和 3.0~3.2。吉生太、八楞以力更辉长岩体 M/F、C/A 值分别为 0.5~1.10 和 2.0~3.0,  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$  由西向东增高,而铁镁由西向东减低,矿化和蚀变程度由东向西逐渐增强。主要蚀变有次闪石化、绿泥石化。岩石的成矿专属性比较明显,且铜镍矿产于岩体的底部或边部及近旁的围岩裂隙中,岩体蚀变愈强,矿化愈好。

## 2 地球物理化学特征

### 2.1 区域地球物理地球化学特征

区域重力场表现为高低重力异常相互穿插交错。但从异常的展布特征看,大致为高重力异常带、低重力异常带及高低重力异常交错带呈近 EW 展布,自南向北相间排列的特点。反映东西向构造的影响。

区域航磁异常也有呈近 EW 走向,正、负异常相间出现的特点,但与重力异常的对应点各不相同,反映地层、岩体及基底的磁性差异特征。

金属量异常以 Cu、Ni 为主,Cu、Ni 金属量异常沿黄海滩、小南山、土脑包、吉生太和八楞以力更一线呈 EW 向断续带状出现,与基性岩及超基性岩对应较好。

上述特点反映了该区基底隆起和拗陷及岩浆岩的侵入活动,在平面上呈相间排列或相互穿插特征。

### 2.2 小南山铜镍矿区及其外围地球物理特征

#### 2.2.1 电性特征

(1) 矿化、蚀变辉长岩属低阻中高极化,随着矿化、蚀变的增强,其电阻率相应降低,极化率相对增高,特别是铜、镍辉长岩矿石,具有特低阻、高极化特征。

(2) 斑点板岩、砂板岩互层、石英砂岩均呈中高阻,低极化特征。含流失孔粉砂岩具高阻低极化,说明流失孔粉砂岩本身不具特殊电性。

(3) 矿化蚀变辉长岩(即矿体围岩)与矿体之间电阻率有明显差异,极化率稍有差别。

(4) 断裂破碎带也具低阻中、高极化的特点,其强度随破碎带蚀变及含水程度而异。

#### 2.2.2 磁性特征

次闪片岩型铜、镍矿石及矿化辉长岩磁性最强,辉长岩及闪长岩磁性较强且较均匀,斑点板岩及红柱石化斑点板岩磁性一般较弱且不甚均匀,其它岩石为弱磁或无磁性。

总体来看,地表岩石磁性除矿石之外均较弱,辉长岩及闪长岩可引起地面弱 $\Delta T$ 异常。

### 2.3 小南山铜镍矿区及外围物化探异常特征

多年来,在矿区及外围开展了多种物化探工作,有地面磁法、可控源音频大地电磁法(CSAMT)、瞬变电磁法(TEM)、激发极化法(IP)以及化探原生晕方法试验研究,获得了明显的物化探组合异常,且矿区及外围的异常组合特征基本一致(图 1)。

#### 2.3.1 地表 $\Delta T$ 异常

小南山铜镍矿区矿体和蚀变辉长岩部位表现为地面弱磁异常。矿区外围地表 $\Delta T$ 异常主要分布于已知矿体的西南侧, $\Delta T$ 异常按各异常中心的排列展布方式呈现 NE-SW 向分布的两个平行异常带(图 1)。称为北亚带和南亚带。其中北亚带规模及强度相对较大。

经全平面向上延拓数据处理,北亚带 $\Delta T$ 异常形态及位置变化不大。上延 150m 后南亚带

及北亚带北东端次级异常中心逐渐消失,全区变为一个 NE-SW 向连续分布的规则带状异常。此特点反映了深部具有一定规模及埋深的基性岩体。在此基础上向上分支,形成 NE-SW 向分布的岩枝。

2.3.2 CSAMT 异常

CSAMT 法主要表现为低阻高相位组合异常。已知矿 CSAMT 法试验结果,辉长岩卡尼亚电阻率普遍呈低阻,阻值 $<50\Omega\cdot m$ ,含矿辉长岩卡尼亚电阻率更低 $<20\Omega\cdot m$ ,最低达几 $\Omega\cdot m$ ,而在区内其它岩性长尼亚电阻率较高,一般在 $300\sim800\Omega\cdot m$ 。

已知矿体外围 CSAMT 法特点表现为:低频段( $f=8\text{Hz}$  以下)卡尼亚电阻率 $\varrho$ 为 NE-SW 向分布的宽缓带状深部低阻域,东南界线十分明显为弧形,西北未封闭, $\varrho$  值一般小于 $10\Omega\cdot m$ 。在东南边部小于 $50\Omega\cdot m$ (图 1)。表明在深部存在大范围的基性岩基侵入于白云鄂博群,向西北蚀变程度加强。

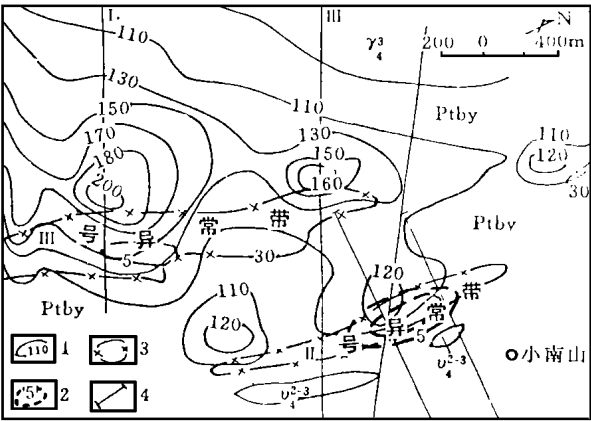


图 1 小南矿区及外围地质物探综合图

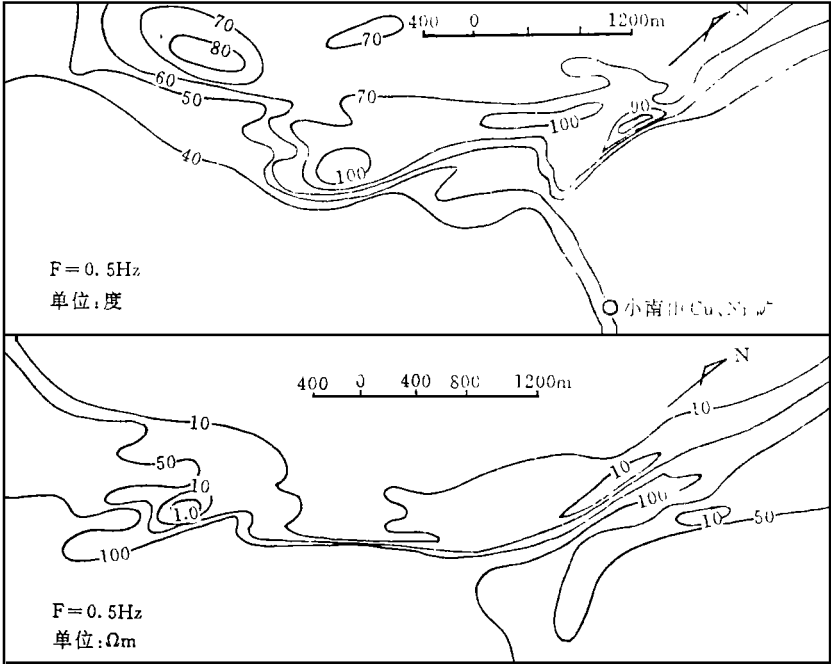


图 2 CSAMT 相位-频率,相位-电阻率平面图

低频段高相位异常分布形态基本与深部低阻域吻合,此特征更说明了在高阻覆盖层下部存在一个很厚的特低阻层,即蚀变辉长岩。同时还表现为在 NE 和 NW 两个方向上高相位值

在平面上呈台阶式变化,充分反映了两组正交断裂的存在,且小南山铜、镍矿正处于 NE 与 NW 向断裂交汇部位 NW 向断裂带上(图 2)。

在高频段( $f=8\text{Hz}$  以上), $\rho$  低阻异常表现为一组近 NE-SW 向平行断续分布的带状(Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ号异常带)。 $\rho$  值 $<50\Omega\cdot\text{m}$ ,个别地段 $<10\Omega\cdot\text{m}$ 。其中Ⅰ号低阻异常带位于深部低阻域的东南侧与断裂破碎带有关;Ⅱ号低阻带正处于深部低阻异常域的东南边缘;Ⅲ、Ⅳ号  $\rho$  低阻异常带处于深部低阻异常域的内部,Ⅳ号  $\rho$  低阻异常带尚未封闭。在断面图(以 6 线为例)上表现为在低频段(深部)为低阻高相位域。Ⅰ、Ⅱ号  $\rho$  异常带为低阻高相位呈下通或贯通状(图 3)。

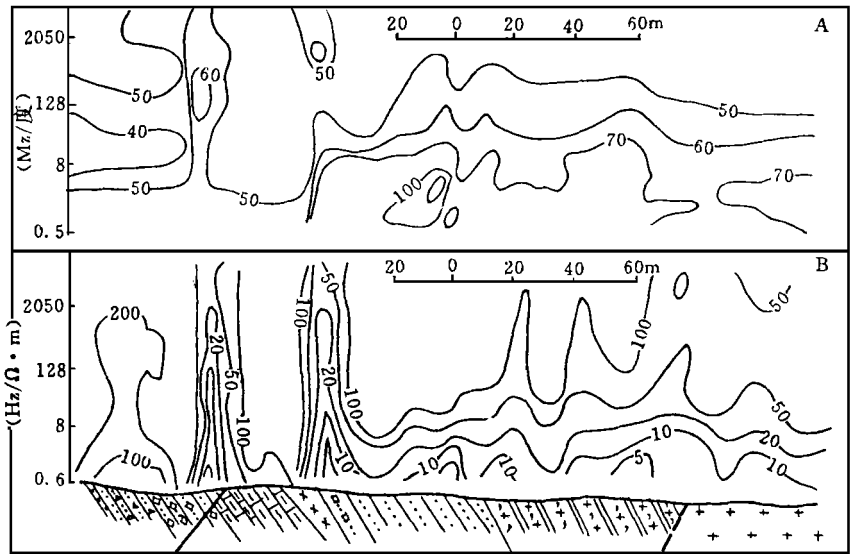


图 3 小南山铜镍矿区 6 线相位( $E_x-E_y$ )—频率和电阻率频率断面图  
A—相位( $E_x-E_y$ )—频率断面图 B—电阻率频率断面图

上述特征说明了在深部低阻域基础上存在 NE-SW 向带状隆起带,结合 $\Delta T$  异常分析认为,隆起带即为基性岩体(或岩墙)。其中Ⅱ、Ⅲ号(异常)隆起带,认为是与断裂有关的岩浆岩型含铜、镍矿辉长岩体,且埋深较浅,金属矿化较强,推测为隐伏铜、镍硫化物矿体。

2.3.3 TEM 法  $B(t)/I$  异常

$B(t)/I$  异常在平面上呈带状,与Ⅱ号  $\rho$  异常带十分吻合,Ⅲ号  $\rho$  异常带部位也有微弱  $B(t)/I$  异常,其剖面形态表现为峰值高,形态圆滑,与铝板模拟试验曲线形态相似(图 4、5)。

从异常点的衰减速度缓慢,时间谱曲线与霍各乞铜矿上的曲线基本吻合,即说明  $B(t)/I$  异常属矿致异常。

2.3.4 IP 异常

激发极化法在平面形态上表现为宽缓  $\eta_s$  强异常,其范围大致与隐伏深部  $\rho$  低阻异常域对应,在垂向(四极测深断面)上表现为在地表以下一定深处(大约为 30~50m)  $\eta_s$  值升高,再到一定深处  $\eta_s$  又明显降低。认为大范围激电异常与热液蚀变矿化有关。

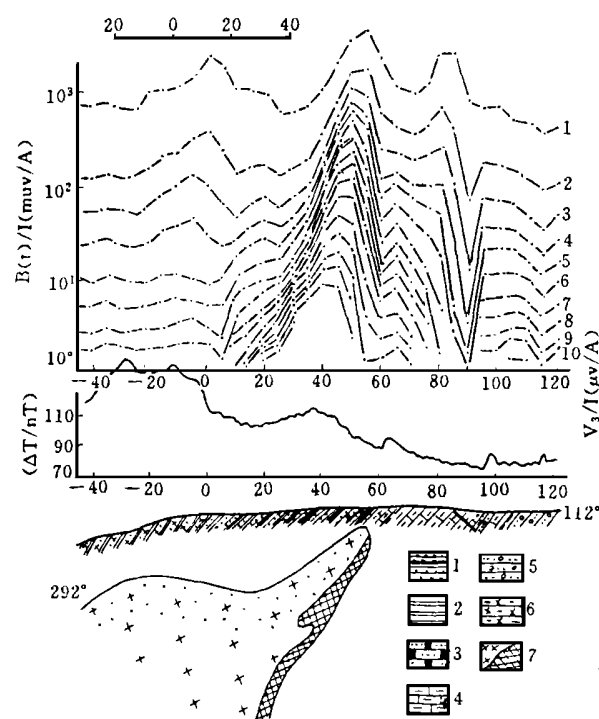


图 4 小南山铜镍矿区Ⅶ线 TEM 法和  $\Delta T$  异常推断解译图

1—砂板岩互层 2—板岩 3—含流失孔粉砂岩  
4—泥灰岩 5—钙质石英砂岩 6—红柱石化斑  
点板岩 7—推断辉长岩及矿体

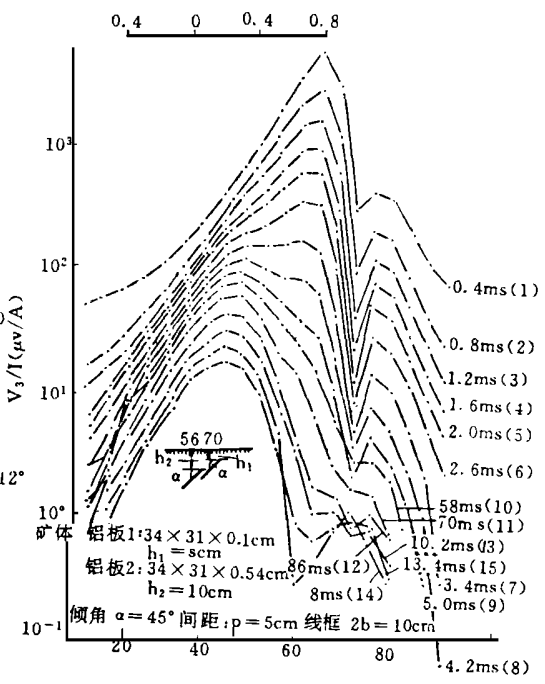


图 5 不同电导埋深的两倾斜板组合 TEM 异常剖面物理模拟曲线图

### 3 找矿前景分析

地球物理找矿方法的试验研究表明:该区基性、超基性岩较其它岩性具有一定的磁性,属中弱级。航磁及地面高精度磁法能够圈定出其岩体形态和规模及产状,效果较好。

CSAMT 法测深其探测深度大,在垂向断面上,可进行电性分层,对区内具低阻的基性、超基性岩及其特低阻矿化体或矿体都有明显的反映。并对断裂构造反映特殊异常特点,即表现为狭窄贯通低阻高相位异常。在不同频率,即不同深度的平面上又可反映基性、超基性岩体蚀变矿化带的分带特征及断裂的走向、位置。因此,CSAMT 测深可以从三维空间直观地反映出含矿基性、超基性岩及赋矿断裂构造的特征。

TEM 法直接反映了地质体(矿体)的导电特点,该方法对本区具金属良导型的硫化物铜、镍矿反映敏感,涡流场衰减较缓慢。

激发极化法对浸染状或块状金属硫化物反映较好,对本区含矿热液蚀变带的划分效果较好。

过用化探原(次)生晕工作方法,直接指示元素为 Cu、Ni、Co、As、Ag,具较好的找矿效果。因此,在本地区应用高精磁、激发极化法、TEM 法、CSAMT 法及化探原(次)生晕方法相互配

合,综合找矿,是寻找隐伏铜、镍硫化物多金属矿床的较好手段。

该区位于 42 线深大断裂之南侧,克布—黄花滩—小南山构造岩浆岩带的东部,在内蒙古中部 1/50 万遥感构造解译图上,正处于一构造交叉部位。海西期花岗闪长岩沿构造岩浆岩带呈近 EW 向零星出露,黄花滩—翁公山—小南山—八楞以力更同位于一个岩带中,岩体主要受 NE 或 NW 向断裂构造控制。岩体岩石化学特征相似,属辉长岩向辉石岩过渡岩类,b 值大,MgO 含量高,Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O 含量低,对成矿较为有利。区内已有黄花滩(小型),小南山(中型)铜镍(含 Pt、Pd、Co、Au)硫化物矿床 2 处,基性岩体十几处,均有弱铜矿化反映,其中土脑包岩体经地矿局钻探验证浅部有低品位铜、镍矿化体存在。与基性岩体对应的航磁异常十余处,铜金属量异常 6 处,各岩体航磁异常及金属量异常一般较吻合。因此,本区基性、超基性岩中寻找铜镍硫化物矿床具有较广阔的前景。

在撰写论文中,参考了我队 1993 年有色综合普查队的内蒙古黄花滩—小南山航磁异常检查及地质调研工作年度总结报告;华东局 814 队、内蒙局综合普查队的 1994 年内蒙古四子王旗小南山铜镍矿区及外围可控源音频大地电磁法生产成果报告,成文中得到我队孙紫英同志的支持,彭世远、王珉同志的帮助,在此一并致谢。

参考文献

1 内蒙地矿局编·内蒙古自治区区域地质志·1991

GEOPHYSICAL CHARACTERISTICS AND TESTING STUDY  
OF ORE PROSPECTING METHOD IN THE XIAONANSHAN  
COPPER-NICKEL MINE AND THE SURROUNDING AREA

Chen Wang

(Comprehensive Reconnaissance Team of the Inner Mongolia Bureau of Geology and  
Exploration, CN NC., Huhehaote 010070)

**Abstract** Testing studies in the Xiaonanshan Cu-Ni mining area by methods of  $\Delta T$ , CSAMT, TEM, IP and primary halo indicate that the aerial magnetic method and  $\Delta T$  show a better reference for the medium weak magnetism in basic and ultrabasic intrusions. Their shapes and occurrences can be cycled out. The CSAMT method can divid the electric property beds and reflect the anomalous features of fracture zone and altered mineralization zone based upon the low resistance in basic and ultrabasic intrusions and the specific low resistance in the mineralized rocks and ores. TEM shows sensitive reflection in electric conduction to the sulfide Cu-Ni mineralization rocks. IP method can effectively circle forms of alteration zone and mineralization bodies. The primary halo anomalies of Cu, Ni, Co, As and Ag show better effect for directly guiding the ore prospecting.

**Key words** Cu-Ni sulfide deposit, Basic and ultrabasic intrusion, Geophysical anomaly, Primary halo, Xiaonanshan, Inner Mongolia